

## **INFORME TÉCNICO SOBRE DISPOSITIVOS FOTO-ROJO**

**Elaborado por el Grupo de Trabajo de Foto-Rojo**

**3 de Mayo de 2018**

## RESUMEN EJECUTIVO

El objeto de este informe es dar respuesta a las continuas consultas relativas a la procedencia o no de someter al control metrológico del Estado, a los dispositivos denominados «foto-rojo». En este informe se aportan una serie de antecedentes y fundamentos técnicos que ayudan a comprender y justificar las conclusiones obtenidas.

Los sistemas de constatación del respeto a las señales luminosas, también conocidos como foto-rojo, son sistemas de control orientados a reforzar el cumplimiento de la orden de detención de vehículos cuando la fase roja del semáforo se mantiene activa y registran una secuencia de imágenes a través, habitualmente, de dos cámaras, una dedicada a capturar el contexto de la infracción: vehículo + semáforo y otra tipo LPR (*License Plate Recognition*), enfocada al detalle y lectura de la matrícula.

Estos dispositivos están ubicados en emplazamientos fijos y de manera que se posibilite la conexión e intercambio de información de forma normalizada con uno o varios Centros de Control y tramitación de denuncias. Generalmente van asociados a otros dispositivos complementarios, como pueden ser: sensores que detectan el paso de vehículos por la línea de parada o el estado del ciclo semafórico, reloj que controla la fecha y hora del sistema y unidad de proceso que gestiona la información.

Los dispositivos foto-rojo no están actualmente sometidos al control metrológico del Estado en España. El Tribunal Supremo ha emitido sentencias [6], [7], en las que se puede llegar a interpretar que estos dispositivos tienen función de medida y que por lo tanto deberían estar regulados metrológicamente y sometidos al control metrológico del Estado.

Los dispositivos foto-rojo son ampliamente utilizados en países de nuestro entorno, siendo en cada uno de ellos regulados de diferente forma y no teniendo la mayoría de ellos legislación metrológica específica que les sea aplicable, o aun teniéndola, en algunos casos, ésta difiere en su aplicación respecto a lo previsto en nuestra Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.

En nuestro entorno europeo, cabe destacar los siguientes casos:

- Reino Unido, Eslovenia y Suiza disponen de regulación metrológica. En el caso de Reino Unido, hay que reseñar que la regulación proviene del Ministerio del Interior y es de aplicación a todo lo relativo al control de tráfico, con independencia de si existen mediciones o no. Asimismo, Suiza, regula los dispositivos foto-rojo por una ordenanza relativa al ordenamiento del control de tráfico.
- Bélgica, Turquía y Holanda aplican regulación metrológica pero solo cuando este tipo de dispositivos son utilizados, además, para medir

la velocidad y aplican sanciones si se produce un exceso de la misma.

- Francia aplica una regulación del Ministerio de Transportes, no exactamente metrológica.

En España, con independencia de las posibles ordenanzas municipales que regulen la utilización de los dispositivos foto-rojo y del Reglamento General de Circulación (Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre) [17], la base legal de estos dispositivos está fundamentada en el artículo 83.2 del Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial [18].

En el informe, se analiza desde el punto de vista técnico y metrológico cada elemento principal que constituye el foto-rojo:

- *Unidad de proceso*: no realiza medidas de ninguna magnitud física, ni constituye un instrumento de medida.
- *Reloj del sistema*: gestiona la sucesión temporal de los distintos eventos. Proporciona la hora y fecha para cada evento. Lo importante es que se garantice su estabilidad en el tiempo y su trazabilidad a la hora oficial. La hora oficial no se garantiza mediante operaciones de control metrológico, sino a través de los mecanismos que prevé el artículo 15 del Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica.
- *Sensor de estado de ciclo semafórico*: no constituye por sí mismo un instrumento de medida, siendo solamente un elemento que indica en qué fase se encuentra el semáforo.
- *Sensor de tráfico*: se considera un elemento de activación y/o detección de posición de vehículos y no constituye por sí mismo un instrumento de medida. En caso de que además pueda detectar la velocidad del vehículo, se establecen dos supuestos:
  - Medición de la velocidad solo con el fin de activar el semáforo al superar un umbral y sancionar por cruce con semáforo en rojo. Es el caso más habitual en España y, en él, la magnitud medida (velocidad del vehículo) no constituye la base de la sanción.
  - Medición de la velocidad con el fin de controlarla, activar el semáforo y sancionar tanto por cruce con semáforo en rojo como por superar un umbral de velocidad preestablecido. En este caso la magnitud medida constituye la base para una de las posibles sanciones (exceso de velocidad), por lo que el instrumento debería someterse al control metrológico del Estado.
- *Cámara*: no constituye un instrumento de medida, actuando solo para registrar una imagen en un momento dado, y bajo una orden de disparo.

El informe termina aportando las conclusiones que a continuación se recogen y una serie de recomendaciones orientadas a fomentar la confianza en los resultados de los dispositivos foto-rojo.

## CONCLUSIONES

1. Los dispositivos foto-rojo deben operar para el fin que han sido concebidos, respetando todos los requisitos técnicos, constructivos y de instalación que proporcionen un alto nivel de confianza en sus resultados. Los resultados del foto-rojo, evidencia de la infracción, se deben proporcionar de forma fidedigna y con todas las garantías para la protección de los derechos del conductor, evitando que la sanción pueda ser impugnada en los tribunales.
2. Las normativas que los regulen deben fundamentarse en aquellos aspectos o características que directamente están presentes en las sanciones, ejemplo: saltarse luz roja, exceso de velocidad, etc., y pueden provenir de diversas Administraciones. En la UE, por lo general, se regulan todos los dispositivos que aportan pruebas de las infracciones, pero no necesariamente dichas regulaciones tienen que ser metrológicas. Los controles que se puedan establecer, como homologaciones de tipo, certificaciones de especificaciones, etc., no tienen porqué ser metrológicos.
3. El dispositivo foto-rojo, compuesto por sensor de estado del ciclo semafórico, sensor de tráfico, y cámara(s), sin función de medida de velocidad, no realiza medición alguna, limitándose a monitorizar o registrar los diferentes estados del semáforo, con la información complementaria capturada de otras fuentes, y a aportar las fotos como evidencia de la infracción. Las infracciones cometidas se tipifican en base a una observación de un hecho, no a una medición. No hay pues fundamento para que puedan ser considerados instrumentos de medida y someterlos al control metrológico del Estado.
4. Ni la luminancia, ni los intervalos de tiempo que intervienen en las secuencias de reconocimiento o disparo de la cámara del foto-rojo, se miden en ningún momento del proceso, por lo que no procede considerar estas magnitudes como fundamento para definir el foto-rojo como instrumento de medida susceptible de ser sometido al control metrológico del Estado.
5. Los dispositivos foto-rojo que activan el semáforo al recibir una señal procedente de un vehículo que circula por su zona de influencia a una velocidad superior a un umbral establecido y sanciona por cruce con semáforo en rojo, no pueden ser considerados como instrumentos de medida utilizados en aplicaciones de medida por razones de sanciones administrativas, ya que no hay registro de una medida y la velocidad del vehículo medida no es el fundamento de la denuncia. Por tanto, su utilización es distinta a las aplicaciones que se determinan en el artículo 6 del Real Decreto 244/2016, de 3 de junio [12], pudiendo ser comercializados y puestos en servicio libremente de acuerdo con las condiciones particulares establecidas para estos casos en el artículo 12.4 de dicho Real Decreto (apartado 2 del artículo 6 del RD 244/2016).

6. Los dispositivos foto-rojo que tienen asociada la función de medida de velocidad y que se usan para sancionar el exceso de la misma, son instrumentos sometidos a control metrológico y regulados por ITC/3123/2010 [19], de 26 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a medir la velocidad de circulación de los vehículos a motor.

*Este informe ha sido realizado con la ayuda de expertos que provienen de la industria, fabricantes y/o distribuidores de estos dispositivos, departamentos de tecnología de universidades, de comités técnicos de normalización, así como de organismos y Administraciones, como la DGT y la Comunidad de Madrid.*

*El CEM agradece el apoyo y aportaciones a este trabajo.*

*Tres Cantos, 26 de marzo de 2018*

## Presentación

El control y gestión del tráfico son actividades que preocupan a las Administraciones en aras a una mayor seguridad vial y a la protección de los derechos de los ciudadanos. Su constante mejora y adaptación a la regulación de ciudades y municipios mediante la implantación de nuevas políticas y tecnologías avanzadas es una necesidad de las sociedades industrializadas.

Más de 1,25 millones de personas mueren cada año como consecuencia de accidentes de tráfico. Casi la mitad de las defunciones por esta causa en todo el mundo afectan a «usuarios vulnerables de la vía pública», es decir, peatones, ciclistas y motociclistas. Estos accidentes de tránsito cuestan aproximadamente entre el 3% y el 5% del PIB [1].

Las infracciones contra la seguridad vial son constantes en nuestras vidas, siendo una de las más comunes, después del exceso de velocidad, el no respetar la luz roja de los semáforos.

En este sentido, en los últimos años, se ha visto incrementada la instalación de dispositivos que vigilan el respeto de la luz roja de los semáforos en los cruces, pasos de peatones, etc., y que, en algunos casos, también son empleados como elemento de apoyo a la limitación de velocidad en travesías y vías urbanas. Estos dispositivos, instalados con el objeto de reducir accidentes en el tráfico vial, son popularmente conocidos como «foto-rojo».

La efectividad del uso de foto-rojo para reducir las infracciones a la luz roja ha sido ampliamente tratada y documentada [2], [3], [4], [5]. Algunos estudios indican que la utilización de los dispositivos foto-rojo puede reducir las infracciones de luz roja en los cruces entre el 40 % y el 59 %, reduciendo los accidentes de choque lateral entre un 20 % y un 36 %, si bien, es necesaria una instalación adecuada y cuidadosa para no inducir otro tipo de incidencias que podrían reducir su efectividad global, como podrían ser los alcances traseros.

En el Centro Español de Metrología se vienen recibiendo periódicamente escritos de Administraciones, plataformas y asociaciones de ciudadanos interesándose sobre la legalidad metrológica de los referidos dispositivos de foto-rojo y pidiendo apoyo ante los tribunales de justicia. Se ha constatado, además, que en el tema de sanciones impuestas tomando como base las evidencias obtenidas con estos dispositivos hay disparidad de sentencias que, en unos casos dan la razón a los ciudadanos en cuanto a que no se respetan sus derechos y que el dispositivo no se puede utilizar para sancionar, y en otras a las Administraciones ratificando el uso legal de los mismos. El Tribunal Supremo ha emitido sentencias [6], [7], en las que se puede llegar a interpretar que estos dispositivos tienen función de medida y por lo tanto deberían estar regulados metrológicamente y sometidos al control metrológico del Estado.

Siendo conscientes de que el uso de estos dispositivos busca mejorar la seguridad vial y la gestión del tráfico, y notando la preocupación ciudadana en cuanto a la seguridad y garantía que ofrecen dichos dispositivos en sus resultados, el CEM ha decidido elaborar un Informe Técnico sobre el foto-rojo y dispositivos complementarios, que aporte información sobre las tecnologías empleadas, detalles de instalaciones y utilidades, su uso en otros países de la UE, oportunidad y necesidad de legislar en materia metrológica u otras, etc.

Para la realización de este Informe, el CEM ha creado un grupo de trabajo compuesto por expertos que provienen de la industria, fabricantes y/o distribuidores de estos dispositivos, departamentos de tecnología de universidades, de comités técnicos de normalización, así como de organismos y Administraciones, como la DGT, la Comunidad de Madrid y el propio CEM.

A lo largo de los últimos años, la utilización del foto-rojo ha dado lugar a diferentes estudios sobre la conveniencia de su utilización para disminuir accidentes en cruces, el lugar donde deberían ser instalados y las características fundamentales de su instalación y parámetros de funcionamiento, así como sobre la legalidad de los mismos en su uso automático para sancionar [2], [3], [4], [5], [8], [9], [10].

El objeto de este informe es aclarar los posibles aspectos metrológicos de los dispositivos foto-rojo, exponiendo una serie de antecedentes y fundamentos técnicos que ayuden a comprender y justificar las conclusiones que aquí se expresan.

## Índice

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
Presentación .....	6
Índice .....	8
1. Generalidades .....	9
2. Antecedentes.....	10
3. Alcance .....	12
4. Descripción del dispositivo foto-rojo y su utilización.....	12
5. Análisis de los aspectos/elementos metrológicos del dispositivo foto-rojo.....	14
6. Base legal y normativa consultada .....	17
7. Análisis de la utilización del foto-rojo en otros países .....	18
8. Conclusiones .....	21
9. Recomendaciones .....	22
REFERENCIAS .....	23



## 1. Generalidades

Los dispositivos foto-rojo son equipos destinados a la detección de infracciones de semáforo en rojo, que registran una secuencia de imágenes. Estos dispositivos están ubicados en emplazamientos fijos y de manera que se posibilite la conexión e intercambio de información de forma normalizada con uno o varios Centros de Control y tramitación de denuncias.

Constatan si el semáforo está en rojo y registran las posibles infracciones de los vehículos que lo rebasan o, si existe, la línea de detención. Opcionalmente pueden ir complementados con medidores de velocidad, que registren la velocidad del vehículo, pero no es el caso más frecuente en España.

Generalmente van asociados a otros dispositivos complementarios, como pueden ser: sensores que detectan el paso de vehículos por la línea de parada o el estado del ciclo semafórico, reloj que controla la fecha y hora del sistema y unidad de proceso que gestiona la información.

Los requisitos de instalación y configuración de los dispositivos foto-rojo son esenciales para el buen funcionamiento del sistema. Factores como la velocidad de aproximación de los vehículos, duración del ciclo semafórico, duración de la fase ámbar, dimensión de la zona de captura de imágenes, y situación del semáforo en el campo de visión, han de tenerse en cuenta a la hora de la puesta en servicio de estos dispositivos [8], [9], [10].

Los dispositivos foto-rojo no están actualmente sometidos al control metrológico del Estado en España y existe la polémica propiciada por algunos tribunales de justicia y muy recientemente por la Sala Tercera del Tribunal Supremo [7] sobre la necesidad de que lo estuviesen en base a la presunción de que miden magnitudes físicas como el tiempo y la intensidad luminosa. Otros pronunciamientos, sin embargo, apuntan en sentido contrario alegando que no les es de aplicación la legislación metrológica, al considerar que los dispositivos foto-rojo no realizan mediciones o si las realizan, éstas no son utilizadas como fundamento para las denuncias.

La Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología [11], establece en el Artículo 8 del Capítulo III los elementos sometidos a control metrológico del Estado: *“Los instrumentos, medios, materiales de referencia, sistemas de medida y programas informáticos que sirvan para medir o contar y que sean utilizados por razones de interés público, salud y seguridad pública, orden público, protección del medio ambiente, protección o información a los consumidores y usuarios, recaudación de tributos, cálculo de aranceles, cánones, sanciones administrativas, realización de peritajes judiciales, establecimiento de las garantías básicas para un comercio leal, y todas aquellas que se determinen con carácter reglamentario, estarán sometidos al*

*control metrológico del Estado en los términos que se establezca en su reglamentación específica.”*

De este artículo se desprenden dos conclusiones inmediatas: solo se someten a control metrológico instrumentos, medios, materiales de referencia, sistemas de medida y programas informáticos que sirvan para medir o contar y, además, deben ser utilizados para las aplicaciones enunciadas o *aquellas que se determinen con carácter reglamentario*.

Dicha ley fue desarrollada posteriormente por el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio [12]. En este real decreto se regula el control metrológico del Estado y se establece que los elementos citados en el párrafo anterior, cuya utilización sea distinta a las aplicaciones que en él se determinan, podrán ser comercializados y puestos en servicio libremente, de acuerdo con las condiciones particulares que se establezcan. Esta especificación posibilita que un mismo instrumento de medida pueda estar o no sometido a control metrológico en función del uso a que se destine.

Teniendo en cuenta el diseño y el funcionamiento de estos dispositivos, la posición del Centro Español de Metrología ha sido que estos dispositivos no deben ser considerados instrumentos de medida y, por tanto, no deben estar sometidos al control metrológico del Estado.

Como más adelante se recogerá, se ha comprobado que, en los países en que se los somete a control metrológico, estos dispositivos, en la mayoría de las ocasiones, llevan asociada la medida de la velocidad y, en base a ella, sancionan.

## 2. Antecedentes

El Centro Español de Metrología viene recibiendo escritos para que se pronuncie sobre si los semáforos con sistema de control y registro fotográfico de los vehículos que los sobrepasan con luz roja (foto-rojo) deben estar sometidos al control metrológico del Estado, a lo que viene contestando que:

*«El artículo 8 de la Ley 32/2014 [11] establece que serán sometidos al control metrológico, entre otros, aquellos instrumentos que sirvan para medir o contar y que sean utilizados dentro de los usos dispuestos en dicho artículo. Pues bien, el sistema de control y registro fotográfico de los vehículos instalado en tales semáforos no se puede considerar un instrumento de medida, tal como lo define el Vocabulario Internacional de Metrología, publicado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, al que hace referencia el artículo 2 del Real Decreto 244/2016 [12], pues no mide, ni cuenta, ni da como resultado una medida trazable al Sistema Internacional de unidades, tal como se establece en la vigente Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología, sino que se limita a monitorizar o registrar los diferentes estados del semáforo, junto a otra información*

*complementaria, capturada de otras fuentes, por lo que no debería ser sometido a Control Metrológico».*

Como consecuencia de las sanciones impuestas a conductores por sobrepasar los semáforos en rojo, se han producido recursos ante los juzgados de lo contencioso administrativo, en la mayoría de los casos con resultado desfavorable para el demandante. En dichos recursos los magistrados han tenido en cuenta las contestaciones del Centro Español de Metrología a los escritos recibidos.

Sin embargo, en el recurso 816/2015 ante el juzgado de lo contencioso administrativo nº 2 del Ayuntamiento de San Sebastián, se da la razón al demandante. Seguidamente, el Ayuntamiento de San Sebastián interpuso recurso de casación ante la Sala de lo Contencioso Administrativo del Tribunal Supremo, volviendo este a dar la razón al sancionado en su sentencia 4782/2015 del 12 de noviembre [6].

Con posterioridad, la sentencia 2019/2017 del Juzgado de lo contencioso administrativo nº 8 de Barcelona, el 29 de septiembre de 2017, especifica que la sentencia 4782/2015 de la sala de lo Contencioso del Tribunal Supremo [6] no se pronuncia sobre si el dispositivo foto-rojo, utilizado para imponer una sanción está exento o no del control metrológico del Estado, al contrario, elude pronunciarse, fallando finalmente a favor del ayuntamiento sancionador.

En marzo de 2016 se produjo una consulta del Defensor del Pueblo, a la que el CEM respondió en la línea anteriormente mencionada.

Recientemente, la Sala Tercera del Tribunal Supremo (TS) ha emitido la sentencia 1978/2017, de 14 de diciembre [7], donde confirma la anulación de una sanción de tráfico por infracción grave, consistente en sobrepasar un semáforo en rojo en un paso de peatones, interpuesta en función de la imagen captada por un dispositivo foto-rojo en el municipio de Catarroja (Valencia). Esta sentencia da un nuevo giro a lo que hasta la fecha se había planteado. En ella se ratifica la doctrina plasmada en la sentencia del Juzgado de lo contencioso administrativo nº 3 de Valencia, que declaró que *«el dispositivo foto-rojo” empleado por la administración realizaba medición lumínica y, a pesar de ello, de que medía, no estuvo sujeto a control metrológico»*. Además, la sentencia afirma claramente que el sometimiento de los dispositivos foto-rojo al control metrológico del Estado no depende de que exista o no desarrollo reglamentario o técnico para ellos, sino de que, efectivamente, cumplan tales funciones de contar, pesar o medir, utilizadas a efectos administrativos sancionadores.

Ante este nuevo giro, el Centro Español de Metrología ha solicitado informe a la Abogacía del Estado del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y ha establecido un grupo de trabajo de perfil técnico para analizar en detalle el funcionamiento de estos dispositivos y determinar si se pueden considerar instrumentos de medida, y en su caso qué magnitudes miden, por ejemplo, la «intensidad lumínica», tal como indica la última sentencia del TS o el tiempo

entre fases semafóricas (ciclos semafóricos) como argumentan otros tribunales de primera instancia. También en algún caso se cita la intensidad luminosa de los semáforos que, como documentan algunos autores, en el caso de la luz ámbar disminuye bastante en las nuevas lámparas de led respecto a las antiguas de bulbo, o incluso que la referida magnitud influye en los sensores de reconocimiento de imagen utilizados en la detección de automóviles que sobrepasan la línea de parada.

En el argumento del tiempo, la cuestión que se plantea es si la prueba (foto) obtenida por el foto-rojo, depende de captar una imagen de un vehículo sobrepasando un semáforo en fase roja –lo que no exige medición alguna- o si esa prueba depende del tiempo en que se activa la cámara (tiempo de *cortesía* de la luz roja) o del tiempo de duración de la fase ámbar y del tiempo en que se seleccionan las imágenes.

En el argumento de la intensidad luminosa, la duda es si el sensor del sistema por reconocimiento de imágenes utiliza la medida de intensidad luminosa para su correcto funcionamiento.

Una vez expuesta la problemática, procede realizar un estudio sobre si estos dispositivos tienen función de medida y en su caso, si procede que estos dispositivos sean considerados instrumentos de medida y sometidos al control metrológico del Estado.

### 3. Alcance

Este informe se centra en el análisis de los equipos destinados a la detección de infracciones de semáforo en rojo en instalación estática, comúnmente denominados “dispositivos foto-rojo”, en cuanto a sus características metrológicas y funcionales, que pudiesen ser objeto de regulación metrológica.

Asimismo se analizan las bases legales y la normativa existente para este tipo de dispositivos a nivel nacional e internacional y se proporcionan algunas sugerencias para reforzar la seguridad jurídica de los resultados derivados de los dispositivos foto-rojo, con independencia de su sometimiento o no al control metrológico del Estado.

### 4. Descripción del dispositivo foto-rojo y su utilización

El dispositivo foto-rojo se emplea en la detección automática de vehículos infractores, por superación del semáforo en fase roja.

Los elementos principales que componen el dispositivo son:

- Sensor de estado del ciclo semafórico, encargado de detectar el estado del semáforo. Puede ser un elemento físico, una conexión con el regulador semafórico, o realizarse mediante análisis de imagen.

- Sensor de tráfico para detectar el paso de los vehículos por la línea de parada. Puede ser de tipo óptico, de análisis de imagen, de sensor embebido en la calzada o de sensor de efecto Doppler.
- Cámara(s) digital(es) con posibilidad de grabación de secuencias de video. La cámara toma fotografías de la parte trasera de cualquier vehículo que se desplaza sobre la línea de parada después de que la luz haya cambiado a rojo. Usualmente existen dos cámaras, una dedicada a capturar el contexto de la infracción: vehículo + semáforo y otra tipo LPR (*License Plate Recognition*) enfocada al detalle y lectura de la matrícula.
- Reloj, que controla la fecha y hora del sistema.
- Unidad de proceso, que gestiona la información.
- Otros elementos auxiliares, como pueden ser:
  - o Dispositivos de iluminación para condiciones de baja luminosidad.
  - o Elementos de comunicaciones para conexión con centros de control.
  - o Sistema de almacenamiento.
  - o Terminal de servicio, que permite acceder a las funciones del dispositivo.
  - o Sistema de localización (opcional) que identifica en tiempo real el lugar donde se comete la infracción, en caso de no operar como un cliente NTP.

Las imágenes capturadas por las cámaras generalmente muestran:

- La localización o lugar de la infracción.
- El vehículo, su placa de identificación y su posición respecto a la línea de parada.

Junto con la imagen pueden presentar la siguiente información:

- Fecha y hora de la infracción.
- Ubicación de la cámara (foto-rojo).
- Sentido y carril de circulación del vehículo.
- Tiempo transcurrido desde que el semáforo ha cambiado a rojo.
- Velocidad del vehículo y límite de velocidad establecido en la vía, en caso de medir dicha velocidad.

El funcionamiento del sistema es como sigue:

Cuando la luz roja del semáforo se enciende, el sistema recibe una alerta y la cámara empieza a registrar las imágenes tomadas. Si en esas imágenes se detecta que un vehículo sobrepasa la línea de parada, el dispositivo almacena la información para proponer la infracción. La información almacenada contiene, al menos, dos imágenes que muestran al vehículo delante de la línea de parada y detrás de la misma, estando el semáforo en rojo, demostrando así la progresión del vehículo sobre la línea de parada. También se graba un pequeño video complementario del hecho. Para que se produzca la activación de la cámara, el sistema debe recibir la secuencia apropiada de semáforo en verde, ámbar y rojo del controlador de tráfico.

Los vehículos que se encuentran en tránsito sobre la línea de parada cuando el semáforo se pone en rojo, no activan el proceso de registro de la infracción indicado anteriormente. Existe un intervalo de tiempo específico para el cual el ámbar debe mantenerse iluminado antes de cambiar a rojo. Este intervalo de tiempo es variable, generalmente entre uno y cinco segundos, y depende de cada Autoridad.

El registro de la infracción contiene, junto con las imágenes referidas, como se ha mencionado antes, un fichero de datos relevantes: fecha, hora, duración de la fase ámbar, duración de la fase roja, velocidad (si procede) y la ubicación del dispositivo foto-rojo.

El registro de la infracción se cifra utilizando un protocolo de encriptado, como puede ser el descrito en la norma ISO/IEEE 9945:2009 [14] y el documento RFC-4880, OpenPGP Alliance [15], o AES 192 y junto con el video se transfiere a través de una red privada virtual (VPN) para su procesamiento. En el procesamiento previo a la emisión de la correspondiente denuncia, en la mayoría de los casos se visualizan las imágenes y el video por un técnico para determinar si se produjo la infracción de la luz roja según la legislación de tráfico vigente. Este proceso manual valida la captación automática de la infracción añadiendo seguridad y protección al ciudadano.

## **5. Análisis de los aspectos/elementos metrológicos del dispositivo foto-rojo**

En este apartado se analizan cada uno de los elementos principales que componen el dispositivo foto-rojo y en particular aquellos aspectos que parecerían tener una posible vinculación con características metrológicas o con funciones de medida.

### *Unidad de proceso*

Unidad de procesamiento donde se alojan los diferentes programas del dispositivo y donde se ejecutan las distintas aplicaciones. Las características de velocidad de procesamiento, almacenamiento, etc. dependen del microprocesador utilizado, la capacidad de memoria y la electrónica que lo configura.

Este elemento aislado, sin la existencia de una conexión a cualquier otro elemento o sensor de los descritos a continuación, no realiza medidas de ninguna magnitud física, ni constituye un instrumento de medida tal como está definido en el vocabulario internacional de metrología (VIM) [16].

### *Reloj del sistema*

Todo dispositivo con microprocesador lleva un reloj interno que emite una serie de pulsos eléctricos a intervalos constantes. Estos pulsos marcan el ritmo que ha de seguirse para la realización de cada paso de la instrucción. Este reloj interno controla la sucesión temporal de los distintos eventos, como el orden en que se producen los disparos, el disparo, etc. La exactitud que se le pide no es clave, siendo la habitual de un reloj de sistema, siendo más importante su estabilidad en el tiempo. La deriva típica suele ser de dos minutos a la semana pero el sistema permite la sincronización mediante una señal emitida por un servidor NTP o una señal GPS.

Como ya se ha indicado, la exactitud absoluta del reloj no es relevante, ya que se trabaja con diferencias de tiempos suministradas por las horas registradas al inicio y/o final de cada evento. En este sentido y en cuanto a su posible trazabilidad a la hora oficial, cabe afirmar que la hora oficial no se garantiza mediante operaciones de control metrológico, cuyo fin es comprobar que el instrumento mide bien, sino a través de los mecanismos que prevé el artículo 15 del Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica<sup>1</sup>.

### *Sensor de estado de ciclo semafórico*

Los más utilizados en el pasado eran los que establecían una conexión con el regulador semafórico que informa al sistema de la fase semafórica, pero actualmente no se suele usar este tipo de dispositivos, sino que se detecta el estado del ciclo semafórico analizando la imagen tomada por la cámara.

En cualquier caso, este sensor no constituye por sí mismo un instrumento de medida, siendo solamente un elemento que indica en qué fase se encuentra el semáforo.

### *Sensor de tráfico*

Es el encargado de detectar el paso de los vehículos por la línea de detención. Puede ser de diferentes tipos de tecnologías, tales como tubos neumáticos, lazos inductivos, piezoeléctricos, infrarrojo, láser, radar (Doppler) o análisis de imagen de video. Con independencia de la tecnología, la exactitud de la detección depende de su configuración, ubicación, instalación y sensibilidad.

---

<sup>1</sup> Artículo 15. Hora oficial.

1. Los sistemas o aplicaciones implicados en la provisión de un servicio público por vía electrónica se sincronizarán con la hora oficial, con una precisión y desfase que garanticen la certidumbre de los plazos establecidos en el trámite administrativo que satisfacen.

2. La sincronización de la fecha y la hora se realizará con el Real Instituto y Observatorio de la Armada, de conformidad con lo previsto sobre la hora legal en el Real Decreto 1308/1992, de 23 de octubre, por el que se declara al Laboratorio del Real Instituto y Observatorio de la Armada, como laboratorio depositario del patrón nacional de Tiempo y laboratorio asociado al Centro Español de Metrología y, cuando sea posible, con la hora oficial a nivel europeo.

Los de tipo neumático, inductivo o piezoeléctrico están instalados en la calzada, embebidos en el firme, de forma que cuando un vehículo se sitúa sobre ellos se produce una alteración de sus propiedades físicas; los de tipo Doppler utilizan un transmisor receptor de onda continua en la banda de las microondas. Tanto unos como otros provocan señales que son detectadas por la unidad de proceso que, una vez analizadas, establece los comandos necesarios para realizar las funciones programadas. Respecto a los de análisis de imagen, emplean técnicas de identificación de objetos en las imágenes de vídeo para detectar el movimiento.

Este tipo de sensor se considera un elemento de activación y/o detección de posición de vehículos y no constituye por sí mismo un instrumento de medida.

En caso de que además puedan detectar la velocidad del vehículo, se establecen dos supuestos:

- a. Medición de la velocidad solo con el fin de activar el semáforo al superar un umbral y sancionar por cruce con semáforo en rojo.

En este supuesto la tarea del sensor es activar la luz roja del semáforo por encima de un límite de velocidad preestablecido. Considerando los fines que establece la propia Ley de Metrología 32/2014, por los que un instrumento de medida debe ser sometido a control metrológico, parece razonable que, si no existen estos motivos y su aplicación en la sociedad es distinta a los que allí se exponen, no haya necesidad de someterlos a la rigurosidad de un control metrológico, como bien se establece en el Real Decreto 244/2016, de 3 de junio.

- b. Medición de la velocidad con el fin de controlarla, activar el semáforo y sancionar tanto por cruce con semáforo en rojo como por superar un umbral de velocidad preestablecido.

En este supuesto la magnitud medida constituye la base para una de las posibles sanciones (exceso de velocidad), por lo que el instrumento debería someterse al control metrológico del Estado..

### *Cámara*

Los tipos básicos de cámara que se utilizan según el formato de imagen de salida son cámaras monocromas, cámaras tricromáticas (RGB) y cámaras infrarrojas (IR). Cuando se utilizan cámaras monocromas (escala de grises), cada píxel de la imagen contiene información sobre la radiancia del objeto. Las cámaras RGB tienen una imagen de salida donde cada píxel tiene tres canales que contienen información sobre la radiancia del objeto ponderada en las regiones espectrales roja, verde y azul de la cámara, respectivamente. Las imágenes RGB almacenan más información de los objetos presentes en ellas que las imágenes en escala de grises.



Cuando la iluminación de una escena es baja, puede que las cámaras monocromas y RGB no tengan la sensibilidad suficiente para grabar esa escena. En tales casos, se utilizan cámaras IR que pueden grabar la escena en el espectro IR, o se utilizan dispositivos de flash para aumentar la iluminación en el momento de realizar la fotografía. Los flashes utilizados pueden ser de luz blanca o infrarroja, deben permitir apreciar la marca y modelo del vehículo, y su matrícula, evitando el velado de la placa, así como el deslumbramiento del resto de conductores.

Las características mínimas de las fotografías están relacionadas en la Norma UNE 199121.4.

En ningún caso se produce una medición de la luminancia de la escena, que es la magnitud óptica de interés, ni es necesaria esa medición para el funcionamiento del dispositivo foto-rojo. Por tanto, la cámara como tal no constituye un instrumento de medida, actuando solo para registrar una imagen en un momento dado, y bajo una orden de disparo.

En resumen, cabe afirmar que los dispositivos foto-rojo que no disponen de función de medida, o en su caso, con función de medición de la velocidad solo con el fin de activar el semáforo al superar un umbral y sancionar por cruce con semáforo en rojo no son susceptibles de ser sometidos al control metrológico del Estado. Si hubiese duda sobre su fiabilidad y se quisiera caracterizar la incidencia de los errores o dudas sobre sus resultados en el día a día, debería recurrirse a una estadística de atributos; ya que no se dispondría de ningún registro de medidas relacionado con la aceptación o rechazo, como punibles, de las conductas de los conductores.

## 6. Base legal y normativa consultada

Con independencia de las posibles ordenanzas municipales que regulen la utilización de los dispositivos foto-rojo y del Reglamento General de Circulación (RD 1428/2003, de 21 de noviembre) [17], la base legal de estos dispositivos está fundamentada en el artículo 83.2 del Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial. [18]

Para la redacción de este informe se han consultado y tenido en cuenta, además:

- Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología [11] y Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, que la desarrolla [12].
- ITC/3123/2010, de 26 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a medir la velocidad de circulación de los vehículos a motor [19].

- Disposición adicional única del RD 569/1999, sobre régimen aplicable a las videocámaras para la vigilancia, control y disciplina del tráfico. Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 4/1997, que regula la utilización de videocámaras por las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado en lugares públicos [20].
- Norma UNE 199142:2015: «Equipamientos para la gestión del tráfico, visión artificial. Detección de vehículos infractores. Parte 1: Especificación funcional y protocolos aplicativos a semáforo rojo» [21].
- Norma UNE 135460-1-1: «Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-1: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración» [22].

## 7. Análisis de la utilización del foto-rojo en otros países

Existe numerosa literatura que muestra la utilización generalizada del foto-rojo en muchos países del mundo.

Los primeros dispositivos foto-rojo fueron desarrollados por Gatso en Holanda y se empezaron a utilizar en la década de los sesenta. En España, se estima que empezaron a utilizarse en grandes ciudades en la década de los noventa, difundiéndose posteriormente su utilización a ciudades y ayuntamientos más pequeños.

Con el fin de conocer la situación legal y forma de actuar con estos dispositivos en otros países, el CEM planteó en 2016 una consulta a nivel internacional dirigida a otros institutos de metrología que forman parte también de organizaciones internacionales en el campo de la metrología, como son: WELMEC (organismo de cooperación europea en metrología legal) con 37 estados miembros y la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal) con 61 estados miembros. El objeto de la consulta era conocer qué países utilizaban cámaras destinadas a la detección de infracciones de semáforo en rojo y, en su caso, en base a qué regulaciones estaban operando y, en particular, si disponían de algún tipo de regulación metrológica a la que estaban obligados.

Se recibieron respuestas de 20 países, de los 98 consultados. Cabe resaltar las siguientes respuestas:

- Reino Unido, Eslovenia y Suiza afirmaron disponer de regulación metrológica;
- Bélgica, Turquía y Holanda aplican regulación metrológica pero solo cuando operan en combinación con la medición de velocidad;
- Francia aplica una regulación del Ministerio de Transportes, no exactamente metrológica;
- El resto de las respuestas denotaron que no aplicaban regulaciones metrológicas.

De la información disponible en Internet cabe concluir, además, que países como Estados Unidos de América y Australia disponen también de una gran experiencia en la utilización de estos dispositivos, si bien las regulaciones bases no son del tipo metrológico.

Habiendo pasado dos años desde la consulta, parecía aconsejable contactar nuevamente con Reino Unido, Suiza y el comité técnico TC 7/SC 4 de la OIML, responsable de regulaciones de instrumentos de medida para tráfico rodado. De esta última consulta, se ha obtenido respuesta pudiéndose reseñar:

*Reino Unido* ha remitido un conjunto de documentos relacionados con cinemómetros, distanciómetros, procedimientos, etc. vinculados con la seguridad vial, entre los que destaca para el tema objeto de este estudio y que se han integrado en las referencias de este informe:

- The traffic light camera handbook (second edition) provisional. A guide to type-approval procedures for traffic light cameras used for traffic law enforcement in Great Britain. Dr Steve R Lewis. First published 2004 [23].
- Amendment 1 Second Edition Traffic Light Camera Handbook. S Lewis, HOSDB. 15th June 2010 [24].
- Amendment 2 - Second Edition Traffic Light Camera Handbook. S Lewis, HOSDB. 8th February 2011 [25].
- A guide to calibration requirements for traffic enforcement equipment. Dr. J F Miller. First published 1998 [26].
- Home office requirements for the protection of digital evidence from type approved automatic unattended traffic enforcement devices. Dr S R Lewis HOSDB. 12th October 2005 [27].
- Interim Home Office Type Approval Process (August 2017) [28].
- Requirements for Distributed Automatic Unlicensed Vehicle Detectors with Remote Control and Recording of Evidence. Dr S R Lewis, HOSDB 9th August 2008 [29].

*Suiza*, a través de su instituto de metrología METAS ha informado que los dispositivos foto-rojo (*red light control*) se regulan en la ordenanza de OFROU 741.013. 1 relativa al ordenamiento del control de tráfico (OCCCR-OFROU) de 22 de mayo de 2008 [30]. Los detalles técnicos se recogen en la guía «Instructions concernant les contrôles de vitesse par la police et la surveillance de la circulation aux feux rouges», de 22 de mayo de 2008 [31].

También informan de que se están empleando en el foto-rojo todas las tecnologías actuales (sensores inductivos, radar 3 D, escáner láser), y que los

dispositivos foto-rojo pueden utilizarse solos o en combinación con los cinemómetros, siendo esta última opción la que está implantándose mayoritariamente en los últimos tiempos.

Asimismo, indican que los parámetros importantes a tener en consideración y controlar son:

- La duración de la fase ámbar.
- La existencia de una foto inmediatamente después de la línea de parada, indicando la hora de la misma.
- El retardo entre el inicio de la fase roja y la activación del sistema de control, que no debe ser inferior a 0,5 s.

El *comité técnico TC 7/SC 4 de la OIML* comenta a través de su secretario y experto por Eslovenia que, en general, hay dos formas de regular los dispositivos foto-rojo, una a nivel legal y otra a nivel técnico, lo que en el caso español sería someterlos a control metrológico o a certificación de características técnicas. En cualquier caso, afirma que lo más importante es que la prueba (evidencia) de la infracción se proporcione de forma fidedigna y con todas las garantías para la protección del conductor, evitando que pueda ser impugnada en los tribunales. Así, señala que en la UE, por lo general, se regulan los dispositivos que aportan pruebas de las infracciones, dado que dichas pruebas podrían tener en el conductor un efecto económico (multa) o un efecto legal (perder el permiso de conducir). Las pruebas deben utilizarse con certeza y ambas partes deben confiar en ellas.

Este experto continúa argumentando que en el caso del dispositivo foto-rojo, si se utiliza como un simple dispositivo testigo de la infracción del semáforo rojo; es decir, solamente como elemento de disparo y fotografía de prueba, no existen mediciones. No obstante, este dispositivo permite más posibilidades para probar la infracción, haciéndolos más sofisticados y en este caso sí puede haber mediciones presentes, por ejemplo, cuando existen mediciones de velocidad.

Según su opinión, la prueba mínima ha de contener:

- Una imagen del vehículo antes de la línea de parada, con la hora de la captación y evidencia de luz roja.
- Una imagen del vehículo una vez sobrepasada la línea de parada, con la hora de la captación y evidencia de luz roja.
- Localización del dispositivo foto-rojo (localización del lugar de la infracción).
- Hora en que se encendió la luz roja.
- Tiempo de gracia opcional.

También indica que la infracción debe validarse si la hora en que se registra el disparo de la cámara es superior a la hora que indica el cambio semafórico a rojo, más el tiempo de gracia (0,5 s). En este caso, aunque pudiera parecerlo, no existe medición de tiempo, ya que el intervalo entre la hora de encendido de

la luz roja y el disparo de la cámara se obtiene como simple diferencia de horas.

Como se ha podido comprobar, no todos los países disponen de regulación metrológica de este tipo de dispositivo y aquellos que sí disponen de ella, cada vez más, están utilizando conjuntamente con el foto-rojo el control de la velocidad.

## 8. Conclusiones

1. Los dispositivos foto-rojo deben operar para el fin que han sido concebidos, respetando todos los requisitos técnicos, constructivos y de instalación que proporcionen un alto nivel de confianza en sus resultados. Los resultados del foto-rojo, evidencia de la infracción, se deben proporcionar de forma fidedigna y con todas las garantías para la protección de los derechos del conductor, evitando que la sanción pueda ser impugnada en los tribunales.
2. Las normativas que los regulen deben fundamentarse en aquellos aspectos o características que directamente están presentes en las sanciones, ejemplo: saltarse luz roja, exceso de velocidad, etc., y pueden provenir de diversas Administraciones. En la UE, por lo general, se regulan todos los dispositivos que aportan pruebas de las infracciones, pero no necesariamente dichas regulaciones tienen que ser metrológicas. Los controles que se puedan establecer, como homologaciones de tipo, certificaciones de especificaciones, etc, no tienen porqué ser metrológicos.
3. El dispositivo foto-rojo, compuesto por sensor de estado del ciclo semafórico, sensor de tráfico, y cámara(s), sin función de medida de velocidad, no realiza medición alguna, limitándose a monitorizar o registrar los diferentes estados del semáforo, con la información complementaria capturada de otras fuentes, y a aportar las fotos como evidencia de la infracción. Las infracciones cometidas se tipifican en base a una observación de un hecho, no a una medición. No hay pues fundamento para que puedan ser considerados instrumentos de medida y someterlos al control metrológico del Estado.
4. Ni la luminancia, ni los intervalos de tiempo que intervienen en las secuencias de reconocimiento o disparo de la cámara del foto-rojo, se miden en ningún momento del proceso, por lo que no procede considerar estas magnitudes como fundamento para definir el foto-rojo como instrumento de medida susceptible de ser sometido al control metrológico del Estado.
5. Los dispositivos foto-rojo que activan el semáforo al recibir una señal procedente de un vehículo que circula por su zona de influencia a una velocidad superior a un umbral establecido y sanciona por cruce con

semáforo en rojo, no pueden ser considerados como instrumentos de medida utilizados en aplicaciones de medida por razones de sanciones administrativas, ya que no hay registro de una medida y la velocidad del vehículo medida no es el fundamento de la denuncia. Por tanto, su utilización es distinta a las aplicaciones que se determinan en el artículo 6 del Real Decreto 244/2016, de 3 de junio [12], pudiendo ser comercializados y puestos en servicio libremente de acuerdo con las condiciones particulares establecidas para estos casos en el artículo 12.4 de dicho Real Decreto (apartado 2 del artículo 6 del RD 244/2016).

6. Los dispositivos foto-rojo que tienen asociada la función de medida de velocidad y que se usen para sancionar el exceso de la misma, son instrumentos sometidos a control metrológico y regulados por ITC/3123/2010 [19], de 26 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a medir la velocidad de circulación de los vehículos a motor.

## 9. Recomendaciones

1. Mantener la confianza continua de la sociedad en las tecnologías utilizadas para ayudar a reducir las infracciones y hacer más segura la vida en las ciudades es clave para garantizar la introducción y aceptación de las mismas. Por ello los dispositivos foto-rojo sin función de medida de velocidad deben ser objeto de algún control de aseguramiento de sus funcionalidades y parámetros de configuración. Esto se puede materializar, por ejemplo como lo hacen en Reino Unido, por una homologación de tipo (no metrológica), o por cumplimiento de especificaciones que pudiera dar lugar a una certificación. Además, es recomendable una comprobación periódica de las funcionalidades, una vez instalados y en operación.
2. Los dispositivos foto-rojo con función de medida de velocidad empleada como activador semafórico son útiles tanto para el control de la velocidad como para el respeto de la luz roja de los semáforos, por ejemplo en los cruces de poblaciones, y es recomendable disponer, además del control de aseguramiento de sus funcionalidades y parámetros de configuración, de controles de la exactitud requerida a los sensores de medida de velocidad que sirven como activador. No debería confundirse la conveniencia de realizar una comprobación funcional con la necesidad de control metrológico, aunque dicha comprobación implique realizar ciertas medidas. Además, es recomendable una revisión periódica de su funcionamiento, una vez instalados y en operación.
3. Los dispositivos foto-rojo con función de medida de velocidad empleada en las denuncias, es decir, un cinemómetro asociado, son útiles tanto para el control de la velocidad como para el respeto de la luz roja de los semáforos, mejorando la seguridad de las intersecciones, al disuadir a

los conductores de saltarse las luces rojas y el límite de velocidad. El uso de la función de cinemómetro mejora aún más la seguridad ya que la utilización del foto-rojo por sí solo, si bien es útil para reducir los choques laterales de vehículos, puede llevar a un aumento en las colisiones traseras. La función de cinemómetro junto con la función foto-rojo minimiza este problema. Este tipo de instrumento combinado se está instalando cada vez más en países con reconocida experiencia en la utilización de dispositivos foto-rojo. El instrumento combinado sí es susceptible de ser sometido a control metrológico del Estado.

4. Se recomienda comprobar que la hora que estos dispositivos suministran en sus evidencias, esté sincronizada con la hora oficial, con una precisión y desfase que garanticen la certidumbre de los plazos establecidos en el trámite administrativo que satisfacen.

## REFERENCIAS

- [1] WHO (World Health Organization): Road traffic injuries. Fact sheet N°358, January 2018
- [2] Chicago Red Light Camera Enforcement: Best Practices and Program Road Map. January 2017
- [3] New York City Red Light Camera Program. Program Review 1994 – 2015. 2016 Report
- [4] Safety Evaluation of Red-Light Cameras. April 2005. Report FHWA-HRT-05-048. Forrest M. Council, BMI-SG; Bhagwant Persaud, Ryerson University; Kimberly Eccles, BMI-SG; Craig Lyon, Ryerson University; and Michael S. Griffith, Federal Highway Administration.
- [5] Characteristics of red light running violations in urban areas in Tabuk, Kingdom of Saudi Arabia. Attiyah M. Al-Atawi. IATSS Research 37 (2014) 119–123
- [6] Sentencia 4782/2015, de 12 de noviembre, de la Sala de lo Contencioso del Tribunal Supremo.
- [7] Sentencia 1978/2017, de 14 de diciembre, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo (TS).
- [8] Red-light-running handbook: an engineer's guide to reducing red-light-related crashes. Report FHWA/TX-05/0-4196-p1. Sept 2004. James Bonneson and Karl Zimmerman
- [9] Toolbox of Countermeasures to Reduce Red Light Running. Toolbox of Countermeasures to Reduce Red Light Running. April 2012. Shauna Hallmark, Nicole Oneyear, and Tom McDonald
- [10] Red light camera systems operational guidelines. Federal highway administration National highway traffic safety administration. January 2005.

- [11] Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- [12] Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- [13] Insurance Institute for Highway Safety's study of red light running entitled "Red Light Running and Sensible Countermeasures" (1998).
- [14] ISO/IEC/IEEE 9945:2009. Information technology -- Portable Operating System Interface (POSIX®) Base Specifications, Issue 7.
- [15] RFC-4880, "OpenPGP Alliance"
- [16] Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados JCGM 200:2008. 3ª edición en español. Centro Español de Metrología.
- [17] REAL DECRETO 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- [18] Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.
- [19] Orden ITC/3123/2010, de 26 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a medir la velocidad de circulación de vehículos a motor.
- [20] Real Decreto 596/1999, de 16 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto, por la que se regula la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos.
- [21] UNE 199142-1: "Equipamiento para la gestión del tráfico. Parte 1: Especificación funcional y protocolos aplicativos para semáforo rojo".
- [22] UNE 135460-1-1: "Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-1: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración".
- [23] The traffic light camera handbook (second edition) provisional. A guide to type-approval procedures for traffic light cameras used for traffic law enforcement in Great Britain. Dr Steve R Lewis. First published 2004
- [24] Amendment 1 Second Edition Traffic Light Camera Handbook. S Lewis, HOSDB. 15th June 2010
- [25] Amendment 2 - Second Edition Traffic Light Camera Handbook. S Lewis, HOSDB. 8th February 2011



- [26] A guide to calibration requirements for traffic enforcement equipment. Dr J F Miller. First published 1998.
- [27] Home office requirements for the protection of digital evidence from type approved automatic unattended traffic enforcement devices. Dr S R Lewis HOSDB. 12th October 2005.
- [28] Interim Home Office Type Approval Process (August 2017).
- [29] Requirements for Distributed Automatic Unlicensed Vehicle Detectors with Remote Control and Recording of Evidence. Dr S R Lewis, HOSDB 9th August 2008.
- [30] Ordonnance de l'OFROU 741.013.1 concernant l'ordonnance sur le contrôle de la circulation routière (OCCCR-OFROU) du 22 mai 2008 (Etat le 1er octobre 2016)
- [31] Instructions concernant les contrôles de vitesse par la police et la surveillance de la circulation aux feux rouges. Berne, 22 mai 2008